

10/505318

20 AUG 2004

PCT/JP03/02378

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

28.02.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年 3月 1日

出 願 番 号  
Application Number:

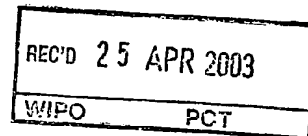
特願2002-056051

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-056051 ]

出 願 人  
Applicant(s):

日本碍子株式会社



PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 4月 8日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3024210

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 WP03991

【提出日】 平成14年 3月 1日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 B01J 35/04  
B01D 46/00 302

【発明の名称】 排ガス浄化システム、フィルターの圧力損失算出方法及びフィルターの製造方法

【請求項の数】 13

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市長久区須田町2番56号 日本碍子株式会社内

【氏名】 橋本 重治

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市長久区須田町2番56号 日本碍子株式会社内

【氏名】 宮入 由紀夫

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市長久区須田町2番56号 日本碍子株式会社内

【氏名】 伊藤 匡人

【特許出願人】

【識別番号】 000004064

【氏名又は名称】 日本碍子株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088616

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 一平

特 2 0 0 2 - 0 5 6 0 5 1

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009689

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9001231

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 排ガス浄化システム、フィルターの圧力損失算出方法及びフィルターの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関と、内燃機関から排出される排ガス中の粒子状物質を捕捉するフィルターと、前記排ガスを前記フィルターに導入する排気管とを含む排ガス浄化システムであって、前記システムが、前記フィルターに捕捉された粒子状物質を間欠的に燃焼させる燃焼手段を備え、かつ前記フィルターが、少なくとも 2 つの端面と、一の端面から他の端面まで延びる多孔質の隔壁と、前記隔壁により仕切られ、一の端面から他の端面まで貫通する多数の流通孔とを有し、一の端面において所定の流通孔が封止されており、他の端面において残余の所定の流通孔が封止されているハニカムフィルターであって、前記隔壁厚さを (X)  $\mu\text{m}$ 、前記流通孔の長手方向に対する垂直断面における単位面積当たりの流通孔数を (Y) 個/ $\text{cm}^2$  とすると、X 及び Y が図 1 における A 1 点 (X が 2 6 7、Y が 5 0. 4)、B 1 点 (X が 3 4 3、Y が 2 7. 1)、C 1 点 (X が 4 7 0、Y が 2 7. 1)、D 1 点 (X が 3 9 4、Y が 5 0. 4) をこの順で結ぶ直線に囲まれた範囲内であることを特徴とする排ガス浄化システム。

【請求項 2】 前記 X 及び Y が、図 1 における A 2 点 (X が 3 0 5、Y が 4 6. 5)、B 2 点 (X が 3 5 6、Y が 3 1. 0)、C 2 点 (X が 4 3 2、Y が 3 1. 0)、D 2 点 (X が 3 8 1、Y が 4 6. 5) をこの順で結ぶ直線に囲まれた範囲内である請求項 1 に記載の排ガス浄化システム。

【請求項 3】 前記内燃機関がディーゼルエンジンである請求項 1 又は 2 に記載の排ガス浄化システム。

【請求項 4】 前記燃焼手段が、フィルターに捕捉された粒子状物質の燃焼を開始させるように前記排ガスの温度を上昇させる排ガス昇温手段を含む請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の排ガス浄化システム。

【請求項 5】 前記排ガス昇温手段が、前記内燃機関への燃料の供給時期を調整する調整装置を含む請求項 4 に記載の排ガス浄化システム。

【請求項 6】 排ガス昇温手段が、前記排気管内へ燃料を供給する供給装置を含

む請求項 4 又は 5 に記載の排ガス浄化システム。

【請求項 7】 排ガス浄化システムが、フィルターに捕捉された粒子状物質の燃焼温度を低下させる手段を更に含む請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の排ガス浄化システム。

【請求項 8】 排ガス浄化システムが、フィルターに捕捉された粒子状物質の燃焼を促進させる手段を更に含む請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の排ガス浄化システム。

【請求項 9】 フィルターがセラミック材料を主成分とする請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の排ガス浄化システム。

【請求項 10】 フィルターが、複数のハニカム構造のセグメントを一体化させてなる請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の排ガス浄化システム。

【請求項 11】 少なくとも 2 つの端面と、一の端面から他の端面まで延びる多孔質の隔壁と、前記隔壁により仕切られ一の端面から他の端面まで貫通する多数の流通孔とを有し、一の端面において所定の流通孔が目封止されており、他の端面において残余の所定の流通孔が目封止されているハニカムフィルターの圧力損失の算出方法であって、圧力損失を、目封止部における圧力損失、流通孔内圧力損失及び隔壁における圧力損失に少なくとも分解し、かつ、前記隔壁における圧力損失を、前記フィルター内に粒子状物質が堆積していない場合の圧力損失と堆積している場合の圧力損失とに分解して算出することを特徴とする圧力損失の算出方法。

【請求項 12】 所定のフィルター内に粒子状物質を堆積させた際の圧力損失を測定し、得られる圧力損失の増加挙動をカーブフィットさせることにより得られる式に基づいて、フィルター内に粒子状物質が堆積している場合の隔壁における圧力損失を算出する請求項 11 に記載の圧力損失の算出方法。

【請求項 13】 フィルターの製造方法であって、請求項 11 又は 12 に記載の算出方法によって得られる圧力損失値を用いてフィルターの形状を決定することを特徴とするフィルターの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、排ガス浄化システム、フィルターによる圧力損失の算出方法及びフィルターの製造方法に関し、特に圧力損失が小さく、燃焼時にフィルター内に発生する温度勾配が小さい排ガス浄化システム、排ガス浄化システムにおいてフィルターによる圧力損失を精度良く算出できる算出方法及び容易に適切なフィルター形状を決定することができるフィルターの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、内燃機関から排出される粒子状物質（以下、PMという）を効率的に除去する排ガス浄化システムとして、ディーゼルパティキュレートフィルター（以下、DPFという）を用いたシステムが提案されている。このDPFを用いたシステムでは捕捉したPMを除去しなければ、フィルターが最終的に目づまりを生じてしまうため、フィルターの定期的な再生が必要である。

【0003】 フィルターの再生は、一般的にはDPFを加熱して燃焼させることにより可能であるが、例えばディーゼル機関の排ガス温度は、PMの燃焼温度にはなかなか到達しないため、電気ヒーターやバーナー等の外部熱源により、DPFの温度を上昇させ、PMの主成分であるスootを燃焼させる方法、ないしは定期的にDPFを交換し、取り外したDPFを電気炉により加熱する方法が考案されている。

【0004】 しかし、電気ヒーターやバーナー等の外部熱源により加熱する方法では、フィルターに堆積したPMを比較的安定的に燃焼させることができるが、電気ヒーターや燃焼バーナーの装置が複雑・高価であるため、この方法は一部の特殊用途に限定されていた。また、DPFを定期的に交換する方法では、その取扱いが煩雑であった。

【0005】 この課題を解決するために、内燃機関への燃料の供給時期、例えばディーゼルエンジン等における燃料噴射時期を調整することにより、排ガス温度を上昇させ、フィルターに堆積したPMを定期的に燃焼させるシステムが提案されている。また、このシステムには、PMの燃焼をより充分に行うため、PMの燃焼温度を低下させる方法が組み合わせられる場合がある。このような方法は、比較的簡便な方法であるため、乗用車に搭載されるディーゼルエンジンから排

出されるPMの除去にDPFを用いた排ガス浄化システムを搭載することも可能となった。

【0006】 しかしながら、フィルターにPMを堆積させ、ある時間間隔でディーゼルエンジンの噴射時期を調整し排ガス温度を上昇させる方法では、ごく短時間に排ガス温度が上昇するため、電気炉等によりPMを燃焼させる場合に比べ、再生時のフィルター内部の急激な温度上昇が生じやすく、ひいてはフィルター内の温度勾配が大きくなり、フィルターにクラックが入るという不具合が生じるおそれがあった。特にPMの燃焼温度を低下させる方法では、PMの活性化エネルギーを低下させることになるため、単にエンジンからの排ガス温度上昇によりPMを燃焼させる場合に比べ、PMが比較的短時間に燃焼し、単位時間当たりにDPFが受ける熱エネルギーが増加し、DPF内に過大な温度分布がついて、DPFにクラックがより入りやすくなる、あるいは、材料が融解するというおそれがあった。

【0007】 一方、フィルターは多孔質なセラミックスからなるハニカム構造体のセルの開口部を交互に封止し、排ガスが多孔質ハニカムの壁を通過する際に、PMを捕捉するメカニズムであり、排ガスが壁を通過する際等に排気抵抗が生じ、フィルター前後の圧力損失差が大きくなるという課題を抱えている。この圧力差が大きくなると、エンジンの出力が低下するため、同じ性能を得ようとした場合には、フィルターを搭載しない場合に比べて、より多くの燃料が必要となったり、圧力差が大きくなりすぎると、エンジン内で燃料がうまく燃焼せず、作動しないという不具合が生じるおそれがある。このため、フィルター前後の圧力損失差を小さくするということは、フィルターの重要な機能である。

【0008】 また、PMの燃焼温度を下げるために燃料助剤を用いた場合には、燃料助剤がPMとともに燃焼した際、多量のアッシュが生成し、フィルター前後の背圧が増加するという課題がある。また、フィルターに触媒を付与する方法においても、触媒自身又は触媒のウォッシュコートが、フィルターの気孔を塞ぐことになるため、フィルターでの圧力損失が増加するという問題がある。従って、排ガス浄化システムにおいて、圧力損失の増加を極力抑えながら、再生時のフィルター温度をうまく抑制することが必要となっていた。

【0009】 一方、従来フィルターの圧力損失を算出する方法は種々提案されているが、それらはフィルターにPMが堆積していない条件での圧力損失をうまく算出することができるが、PMが堆積する場合の圧力損失を算出することはできなかった。従って、排ガス浄化システムにおける実使用時のフィルターの圧力損失を精度良く算出することは困難であったため、圧力損失と再生時のフィルター温度との調和のとれた最適なフィルターの構造を予測することが困難であり、上記のような最適なフィルターを備えた排ガス浄化システムを得る上で、圧力損失の精度良い算出方法が求められていた。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、排ガス浄化システムにおいて、フィルターによる圧力損失の上昇を抑制しつつ、再生時にフィルター内に発生する温度勾配を抑制することにより、信頼性に優れた排ガス浄化システムを提供することにある。本発明の別の目的は、フィルターによる圧力損失を精度良く測定する方法を提供することにある。本発明の更に別の目的は、上記排ガス浄化システムに好適に用いることができるフィルターの適切な形状を容易に決定することができるフィルターの製造方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明は第1に、内燃機関と、内燃機関から排出される排ガス中の粒子状物質を捕捉するフィルターと、前記排ガスを前記フィルターに導入する排気管とを含む排ガス浄化システムであって、前記システムが、前記フィルターに捕捉された粒子状物質を間欠的に燃焼させる燃焼手段を備え、かつ前記フィルターが、少なくとも2つの端面と、一の端面から他の端面まで延びる多孔質の隔壁と、前記隔壁により仕切られ、一の端面から他の端面まで貫通する多数の流通孔とを有し、一の端面において所定の流通孔が封止されており、他の端面において残余の所定の流通孔が封止されているハニカムフィルターであって、前記隔壁厚さを(X)  $\mu\text{m}$ 、前記流通孔の長手方向に対する垂直断面における単位面積当たりの流通孔数を(Y) 個/ $\text{cm}^2$ とすると、X及びYが図1におけるA1点(Xが267、Yが50.4)、B1点(Xが343、Yが27



． 1)、C 1 点 (X が 4 7 0、Y が 2 7. 1)、D 1 点 (X が 3 9 4、Y が 5 0 . 4) をこの順で結ぶ直線に囲まれた範囲内である排ガス浄化システムを提供するものである。

【0 0 1 2】 第 1 の発明において、前記 X 及び Y が、図 1 における A 2 点 (X が 3 0 5、Y が 4 6. 5)、B 2 点 (X が 3 5 6、Y が 3 1. 0)、C 2 点 (X が 4 3 2、Y が 3 1. 0)、D 2 点 (X が 3 8 1、Y が 4 6. 5) をこの順で結ぶ直線に囲まれた範囲内であることが好ましく、前記内燃機関がディーゼルエンジンであることが好ましい。また、前記燃焼手段が、フィルターに捕捉された粒子状物質の燃焼を開始させるように前記排ガスの温度を上昇させる排ガス昇温手段を含むことが好ましく、前記排ガス昇温手段が、前記内燃機関への燃料の供給時期を調整する調整装置を含むことが更に好ましい。また、排ガス昇温手段が、前記排気管内へ燃料を供給する供給装置を含むことも好ましい。また、排ガス浄化システムが、フィルターに捕捉された粒子状物質の燃焼温度を低下させる手段を更に含むことが好ましく、また、排ガス浄化システムが、フィルターに捕捉された粒子状物質の燃焼を促進させる手段を更に含むことも好ましい。また、フィルターがセラミック材料を主成分とすることが好ましく、フィルターが、複数のハニカム構造のセグメントを一体化させてなることも好ましい。

【0 0 1 3】 本発明は第 2 に、少なくとも 2 つの端面と、一の端面から他の端面まで延びる多孔質の隔壁と、前記隔壁により仕切られ一の端面から他の端面まで貫通する多数の流通孔とを有し、一の端面において所定の流通孔が目封止されており、他の端面において残余の所定の流通孔が目封止されているハニカムフィルターの圧力損失の算出方法であって、圧力損失を、目封止部における圧力損失、流通孔内圧力損失及び隔壁における圧力損失に少なくとも分解し、かつ、前記隔壁における圧力損失を、前記フィルター内に粒子状物質が堆積していない場合の圧力損失と堆積している場合の圧力損失とに分解して算出することを特徴とする圧力損失の算出方法を提供するものである。第 2 の発明において、所定のフィルター内に粒子状物質を堆積させた際の圧力損失を測定し、得られた圧力増加挙動をカーブフィットさせることにより得られる式に基づいて、フィルター内に粒子状物質が堆積している場合の隔壁における圧力損失を算出することが好ましい

【0014】 本発明は第3に、フィルターの製造方法であって、第2の発明の算出方法によって得られる圧力損失値を用いてフィルターの形状を決定することを特徴とするフィルターの製造方法を提供するものである。

【0015】

【発明の実施の形態】 以下、図面に従って、第1の発明である排ガス浄化システム、第2の発明である排ガス浄化システムにおけるフィルターによる圧力損失の算出方法及びフィルターの製造方法を詳細に説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。なお、以下において断面とは、特に断りのない限り流通孔の長手方向（図1におけるX軸方向）に対する垂直の断面を意味する。

【0016】 まず、第2の発明であるフィルターの圧力損失の算出方法について説明する。

第2の発明に係るフィルターの一例を図2（a）、（b）に示すが、フィルター1は、少なくとも2つの端面42及び44と、一の端面42から他の端面44まで延びる多孔質の隔壁2と、隔壁2により仕切られ、一の端面42から他の端面44まで貫通する流通孔3a及び3bとを有し、一の端面42において所定の流通孔3aが目封止されており、図示されていない他の端面44において残余の所定の流通孔3bが目封止されている。

【0017】 この様な構成となっているため、このフィルターを図3に示すように内燃機関50の排ガス浄化用フィルター1として用いた場合に、例えば端面42から排ガスを流入させると、端面42において開口している流通孔3bより排ガスがフィルター内へ流入し、多孔質の隔壁2を通過して、端面44において開口している流通孔3aから排出される。この際に隔壁2がフィルターとなり、例えばディーゼルエンジンから排出されるPM等をフィルター内に捕捉し除去することができる。

【0018】 第2の発明は、排ガスが上述のようなフィルターを通過する際の圧力損失を算出する方法であり、圧力損失を、目封止部における圧力損失（以下、目封止圧損という）、流通孔内圧力損失（以下、孔内圧損という）及びガスが

隔壁を通過する際の圧力損失（以下、壁通過圧損という）に少なくとも分解し、かつ、壁通過圧損を、フィルター内にPMが堆積していない場合の圧力損失（以下、初期壁通過圧損という）とPMが堆積している場合の圧力損失（以下、PM圧損という）とに分解して算出することを重要な特徴とする。上記のようにそれぞれの要因に分解し、それぞれの要因に対し、圧力損失理論式の定数を実験的に求めることにより、実使用時のフィルターの圧力損失を精度良く算出することを可能とした。

【0019】 排ガス浄化システムにおけるフィルターによる圧力損失は、上記のように分解することにより、式（1）のように表すことができる。

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_c + \Delta P_{wc} + \Delta P_{ws} \quad (1)$$

式（1）において、 $\Delta P$ はフィルターによる圧力損失、 $\Delta P_m$ は目封止圧損、 $\Delta P_c$ は孔内圧損、 $\Delta P_{wc}$ は初期壁通過圧損、 $\Delta P_{ws}$ はPM圧損の値を各々表す。

【0020】 目封止圧損は、目封止部における排ガスの流路断面積の変化に伴う収縮及び拡大により起こると考えられ、図4に示すように、フィルターの目封止部をフィルターから切り取り、目封止部のみの圧力損失を測定することにより得ることができ、種々の隔壁厚さ及び単位断面積当たりの流通孔数（以下、セル密度という）のフィルターについて、種々の流速において圧力損失を測定することができる。また、目封止圧損は、実験により求めることができる圧力係数 $\xi$ を用いて、式（2）、式（3）のように表すことができる。

$$\Delta P_m = \xi \rho v \alpha \quad (2)$$

$$\xi = C_1 (1 - OFA)^{D1} \quad (3)$$

式（2）において、 $\rho$ は、排ガスの密度、 $v$ は排ガスの流速、 $\alpha$ は実験的に求めることができる指数を各々表し、式（3）において、 $C_1$ 、 $D1$ は各々実験的に求めることができる係数及び指数、 $OFA$ は流通孔の全面積に占める開口面積比率を各々表す。

【0021】 排ガスが流通孔を流れる際には、層流となっていると考えられるため、 $\Delta P_c$ は、一般的に排ガスの粘度、速度、流動長に比例し、水力直径の2乗に反比例し、式（4）のように表すことができる。また、孔内圧損は、目封止

のないハニカム構造体を用いて測定することができる。

$$\Delta P_c = C_2 v^m L \mu / (OFA) / (DH)^2 \quad (4)$$

式(4)において、 $C_2$ 及び $m$ は各々実験により求めることができる係数及び指数、 $v$ は排ガスの流速、 $\mu$ は排ガスの粘度、 $L$ は流通孔の長さ、 $OFA$ は流通孔の全面積に占める開口面積比率、 $DH$ は水力直径を各々表す。

【0022】 壁通過圧損は、ダルシー則(Darcy's law)を適用することができると考えられる。また、PMが堆積していない状態の隔壁のみの気体透過度は、隔壁2を図5に示すような装置にセットして測定することができ、式(5)によって表すことができる。

$$(\text{気体透過度}) = \{ (\text{気体の流速}) \times (\text{隔壁厚さ}) \times (\text{気体の粘度}) \} / (\text{圧力損失}) \quad (5)$$

ここで、例えばDPFにおける隔壁の単位濾過面積当たりのPM堆積量とDPF全体の圧力損失との関係を測定し、得られる圧力損失の増加挙動をPMの堆積率の関数としてカーブフィットさせることにより圧力損失の増加とPMの堆積量との関係を得ることができる。ここでカーブフィットさせる方法に特に制限はなく、一般的な回帰分析の手法を用いて行うことができる。そして、隔壁とPMの堆積層をガスが通過する際の圧力損失は、式(6)の様に表すことができる。

$$\begin{aligned} \Delta P_w &= \Delta P_{wc} + \Delta P_{ws} \\ &= (t_0 / k_0) u \mu + f(t_p) u \mu / (u_0 \mu_0) \end{aligned} \quad (6)$$

式(6)において、

$$1 / (u_0 \mu_0) = 6.3 \times 10^6,$$

$k$ はガスが隔壁及びPM層を通過する際の見かけのガス透過度( $m^2$ )、

$t$ は隔壁と隔壁上に堆積したPM層との合計厚さ(m)、

$t_p$ は見かけのPM層厚さ(m)、

$k_0$ は隔壁のみのガス透過度( $m^2$ )、

$t_0$ は隔壁厚さ(m)、

$u$ は隔壁を通過するガスの流速(m/s)、

$\mu$ はガスの粘度(Pa s)、

$u_0$ はガスの標準流速(m/s)、

$\mu_0$  は標準状態におけるガスの粘度 (P a s)、

$f(t_p)$  は  $u_0$  及び  $\mu_0$  の条件下において PM の堆積量増加に伴う圧力損失の増加 を各々示す。

【0023】 第2の発明において、フィルターそのものに起因する圧力損失ではないが、フィルターに連通する排気管に起因する圧力損失も考慮に入れることが好ましい。この圧力損失は、排ガスの収縮及び拡大により生じると考えられ、式(7)のように表すことができる。

$$\Delta P_d = 2 \rho v_1^2 (1 - d_1^2 / D^2)^2 \quad (7)$$

式(7)において、 $\rho$  は、ガスの密度、 $v_1$  は排気管内の排ガス流速 (m / s)、 $d_1$  は排気管の直径 (m)、 $D$  はフィルターの直径 (m) を各々示す。

この圧力損失を考慮に入れた場合には、フィルターに起因する圧力損失は式(8)のように表すことができる。

$$\Delta P \text{ (排気管を含む)} = \Delta P = \Delta P_m + \Delta P_c + \Delta P_{wc} + \Delta P_{ws} + \Delta P_d \quad (8)$$

【0024】 上述のように、フィルターによる圧力損失を少なくとも4つの要因に分解して、好ましくは更にフィルターに連通する排気管による圧力損失を加えて、各々の実験結果より係数を導き出すことにより、フィルターによる圧力損失をより精度良く算出することができる。図6に示すような、基本断面形状が35mm×35mmの正方形であるセグメントを一体化させて、直径144mm×長さ245mmの円筒形状であり以下に示すフィルター特性のフィルターAを例にとり、式(8)に基づいて以下に示す算出条件で算出した、圧力損失とセル密度及び隔壁厚さとの関係を図7に示す。

【0025】

(フィルターAの特性)

材質：炭化珪素

気孔率：46%

平均気孔径：18  $\mu$ m

熱伝導率：25 W / mK

(算出条件)

フィルターの単位体積当たりのPM堆積量： $5 \text{ kg} / \text{m}^3$

排ガス流量： $10 \text{ Nm}^3 / \text{min}$ .

温度： $665^\circ\text{C}$

【0026】 従来はフィルター面積を増加させるために、セル密度を増加させれば圧力損失は一義的に低下すると考えられていたが、この解析によって、隔壁厚さが同じ場合、セル密度が約 $39 \text{ 個} / \text{cm}^2$ 付近で最小の圧力損失値となり、それ以上のセル密度では圧力損失が増加することが判明した。これは水力直径が減少することによる孔内圧損の増加に起因するものと思われる。また隔壁厚さが薄いほど、壁通過圧損が低下することも確認できた。

【0027】 次に第3の発明であるフィルターの製造方法について説明する。第2の発明によって、所定の材質、特性のフィルターについて、PMが堆積した際の圧力損失を算出することができる。そして、導き出された圧力損失は図7に示すように所定の隔壁厚さにおいて、特定のセル密度のときに極小値を示す。従って、フィルターの製造に際し、所定の材質、形状のフィルターについて算出された圧力損失の値に基づいて、圧力損失が低くなるような適切な範囲の隔壁厚さ及びセル密度を決定することができる。また、セル密度や隔壁厚さをあらかじめ決定し、算出された圧力損失の値に基づいて、フィルターの材質や特定の特性を決定することも可能である。

【0028】 第3の発明において、更にフィルター内の温度勾配を小さくすることを考慮してフィルターの形状を決定することが好ましい。例えばDPFを例にとると、再生時にPMの燃焼によるDPF内の温度上昇及び温度勾配はDPFの熱容量に依存する。従って、隔壁厚さ及びセル密度を適切な値に設定することにより、DPF内の温度の過度な上昇を防ぐことが可能となり、DPF内の温度勾配を小さくすることができる。この隔壁厚さ及びセル密度とフィルター内の温度勾配との関係は、例えば種々の隔壁厚さ及びセル密度のDPFを作成し、実際にディーゼルエンジンの排気管に取り付けPMが所定量堆積したところで排ガス温度を上昇させてDPF中に堆積したPMを燃焼させることにより測定することができる。

【0029】 この様に圧力損失に対して適切な範囲の隔壁厚さ及びセル密度、

好ましくは更に温度勾配に対して適切な範囲の隔壁厚さ及びセル密度を導き出すことにより、両者に対して最適な範囲の隔壁厚さ及びセル密度を導き出すことができ、例えば第1の発明である排ガス浄化システムにおいて用いることができる最適な範囲の隔壁厚さ及びセル密度を有するフィルターを製造することができる。

【0030】 次に、第1の発明である、排ガス浄化システムについて説明する。

第1の発明の排ガス浄化システムは、図3に示すように内燃機関50と、内燃機関50から排出される排ガス中のPMを捕捉するフィルター1と、内燃機関50から排出される排ガスをフィルター1に導入する排気管52とを含むシステムである。更にこのシステムは、フィルターに捕捉されたPMを間欠的に燃焼させる燃焼手段を備え、かつ、図2(a)、(b)に示すように、フィルター1は、少なくとも2つの端面42及び44と、一の端面42から他の端面44まで延びる多孔質の隔壁2と、隔壁2により仕切られ、一の端面42から他の端面44まで貫通する流通孔3a及び3bとを有し、一の端面42において所定の流通孔3aが目封止されており、図示されていない他の端面44において残余の所定の流通孔3bが目封止されている。

フィルターの前段にはディーゼル排ガス中に排出される未燃焼の炭水化物及び一酸化炭素等を燃焼させる目的で、フィルターの前段に酸化触媒54を配置してあることが好ましい。この酸化触媒を設置することにより、例えば燃料噴射時期を調節することにより排ガス温度を上昇させる際には、この酸化触媒で、排ガス中の未燃分（炭水化物及び一酸化炭素等）が燃焼し、反応熱を生じさせるので、設置した方が有利であるが、これは第1の発明に必須の要件ではなく、特に設置しなくてもよい。

【0031】 この様な構成となっているため、内燃機関からフィルターに流入する排ガスは、端面42において開口している流通孔3b内へ流入し、多孔質の隔壁2を通過して、端面44において開口している流通孔3aから排出される。この際に隔壁2がフィルターとなり、例えばディーゼルエンジンから排出されるPM等をフィルター内に捕捉し除去することができ、捕捉されたPMは、燃焼手

段により間欠的に燃焼させられ、フィルターを定期的に再生することができる。

【0032】 第1の発明の重要な特徴は、隔壁厚さを(X)  $\mu\text{m}$ 、セル密度を(Y) 個/ $\text{cm}^2$ とすると、X及びYが図1におけるA1点(Xが267、Yが50.4)、B1点(Xが343、Yが27.1)、C1点(Xが470、Yが27.1)、D1点(Xが394、Yが50.4)をこの順で結ぶ直線の範囲内、好ましくは図1におけるA2点(Xが305、Yが46.5)、B2点(Xが356、Yが31.0)、C2点(Xが432、Yが31.0)、D2点(Xが381、Yが46.5)をこの順で結ぶ直線に囲まれた範囲内であることである。

【0033】 この範囲は、第1の発明により圧力損失を算出し、第2の発明により圧力損失が小さくなる適切な範囲のセル密度と隔壁厚さを決定し、更にフィルター内の最大温度勾配が小さくなるように考慮して得られた範囲であり、隔壁厚さ及びセル密度がこの範囲内にることにより、圧力損失が小さく、かつフィルターに捕捉されたPMの燃焼時に発生するフィルター内の温度勾配が小さい排ガス浄化システムとすることができる。

【0034】 上述のように、隔壁厚さが厚く、セル密度が高いほど温度勾配が小さくなる。また、圧力損失については、セル密度はフィルター面積と関係があり、セル密度が大きいほどフィルター面積が増加し低圧力損失化が図れる。隔壁厚さもガスが隔壁を通過するときの圧力損失に影響し、隔壁厚さが薄いほど圧力損失が低くなる。この様に隔壁厚さ及びセル密度については、圧力損失及びフィルター再生時の温度挙動に対し、複雑な影響を及ぼしており、両特性を両立することが困難であったが、本発明により、圧力損失及び温度勾配に最適な隔壁厚さ及びセル密度を導き出すことができた。

【0035】 第1の発明における内燃機関は、浄化すべきPMを排ガス中に含むような内燃機関であれば特に制限はないが、粒子状物質を多く含むディーゼルエンジンであることが好ましい。また、フィルターに捕捉されたPMを間欠的に燃焼させる手段としては、例えば、ヒーターによりフィルターを昇温させる手段、バーナーを用いる手段、排ガス温度を上昇させる排ガス昇温手段などがあり特に制限はないが、特に好ましいものは、排ガス昇温手段である。この方法の場合



には、フィルターに生じる温度勾配が大きくなる傾向があることから、第1の発明を効果的に適用することができるからである。

【0036】 排ガス昇温手段としては、例えば内燃機関への燃料の供給時期を調整する調整装置により、排ガス温度を上昇させること等が好ましい。例えば、燃料噴射装置を備えている内燃機関においては、燃料噴射時期を比較的容易に変えることができ、フィルター内のPMが所定量となったところで、燃料の噴射時期を変化させることにより排ガス温度を上昇させることができる。また、排気管内に燃料の一部を噴射する噴射装置を備えることも好ましく、これにより排気管内で燃焼を起こし、排ガス温度を上昇させることができる。

【0037】 第1の発明の排ガス浄化システムにおいて、フィルターに堆積したPMの燃焼温度を低下させる手段を含むことが、燃焼を容易に行うことができる点で好ましく、特に排ガス昇温手段と組み合わせて用いることが好ましい。これは、排ガス昇温手段は、ヒーターなどによるPMの燃焼手段に比べると高温まで昇温させることが容易でないため、燃焼温度を低くすることが効果的となるからである。燃焼温度を低下させる手段としては、例えば、助剤添加装置などが好ましく、これにより助剤を燃料中に定量的に添加することができ、シリンダー内で燃料が燃焼する際に、添加した助剤がPMの中に取り込まれ、DPF内に捕捉されたときに、助剤の触媒作用によりPMの燃焼温度を低下させることができる。第1の発明において、PMの燃焼温度を低下させる手段は、助剤添加装置だけに限定されず、燃焼温度を低下させるあらゆる手段を含むことができる。

【0038】 また、第1の発明の排ガス浄化システムが、PMの燃焼を促進させる手段を含むことも燃焼を容易に行うことができる点で好ましい。PMの燃焼を促進させる手段に特に限定はなく、あらゆる促進手段を含むことができるが、例えばPMの燃焼を促進させる触媒、例えばPt、Pd、Rh等をフィルターに付与しておくこと等が好ましい。

【0039】 第1の発明において、フィルターを構成する材質に特に制限はないが、強度、耐熱性、耐久性等の観点から、主成分は酸化物又は非酸化物の各種セラミック材料が好ましく、具体的には例えばコーゼライト、ムライト、アルミナ、スピネル、炭化珪素、窒化珪素、リチウムアルミニウムシリケート及びチ

タン酸アルミニウム等が考えられ、これらの中から選ばれた1種又は2種以上を主成分とすることが好ましく、特にコージェライト、炭化珪素又は珪素-炭化珪素系材料が好ましい。ここで、「主成分」とは、フィルターの50質量%以上、好ましくは70質量%以上、更に好ましくは80質量%以上を構成することを意味する。

【0040】 第1の発明において、フィルターは、複数のセグメントを一体化させたものや、スリットを有するものであることも好ましい。複数のセグメントに分割し、これを一体化したものとすることやスリットを入れたものとすることにより、熱応力を分散させ熱応力によるクラックを防止することができる。フィルターをセグメント化し、これを一体化する場合の各セグメントの大きさや形状に制限はないが、各セグメントが大きすぎると、セグメント化によるクラック防止効果が十分に発揮されず、小さすぎると各セグメントの製造や接合による一体化が煩雑となり好ましくない。好ましいセグメントの大きさは、断面積が $900 \sim 10000 \text{ mm}^2$ 、更に好ましくは $900 \sim 5000 \text{ mm}^2$ 、最も好ましくは $900 \sim 3600 \text{ mm}^2$ であり、フィルターの70容量%以上が、この大きさのハニカムセグメントから構成されていることが好ましい。セグメントの好ましい形状は、例えば、断面形状が四角形状、即ちセグメントが四角柱状であるものを基本形状とし、一体化した場合のフィルターの形状に合わせて外周側のセグメントの形状を適宜選択することができる。また、フィルター全体の断面形状に特に制限はなく、図2(a)に示すような円形状に限られず、例えば楕円形状の他、レーストラック形状、長円形状等の略円形状の他、四角形状、六角形状などの多角形状とすることもできる。

【0041】 第1の発明におけるフィルターの隔壁は多孔質体であるが、隔壁の気孔径、気孔率に特に制限はなく、当業者であれば用途に合わせて適宜選択することができる。一般に、気孔径はPMの粒径などによって選択することができる。例えばDPFに用いる場合は、平均気孔径を $5 \sim 70 \mu\text{m}$ 程度、更に好ましくは $10 \sim 50 \mu\text{m}$ 程度、特に好ましくは $15 \sim 30 \mu\text{m}$ 程度とすることが好ましい。気孔率も同様に用途に合わせて適宜選択できるが、小さすぎると初期圧力損失が大きすぎ、気孔率が小さすぎると強度が不足し好ましくない。例えばDPF

に用いる場合の好ましい気孔率は30～90%の範囲である。気孔率が30%未満では圧力損失が大きすぎ、90%を超えるとセラミック体としての強度が不足する。また、フィルターの熱伝導率に特に制限はないが、好ましくは8～70 W/mK、更に好ましくは10～55 W/mKである。

【0042】 フィルターの製造方法に特に制限はないが、例えば以下のような方法により製造することができる。

フィルターの原料粉末として、前述の好適な材料の中から選ばれた材料、例えば炭化珪素粉末を使用し、これにバインダー、例えばメチルセルロース及びヒドロキシプロポキシメチルセルロース等を添加し、更に界面活性剤及び水を添加し、可塑性の坯土を得る。そして、例えば第3の発明により適切な範囲の隔壁厚さ及びセル密度を決定し、この様な形状を形成する口金を備えた押出機を用いて、得られた坯土を押出成形することにより、ハニカム構造の成形体を得る。これを、例えばマイクロ波及び熱風で乾燥後、隣接する流通孔が互いに反対側となる一方の端部でフィルターの製造に用いた材料と同様の材料で目封止し、更に乾燥した後、例えば窒素雰囲気中で加熱脱脂し、その後アルゴン等の不活性雰囲気中で焼成することによりフィルターを得ることができる。焼成温度及び焼成雰囲気は原料により異なり、当業者であれば、選択されたセラミック原料に適切な焼成温度及び焼成雰囲気を選択することができる。

【0043】 フィルターを複数のセグメントが一体化された構成とするためには、上記の方法でセグメントを得た後、得られたセグメントを、例えばセラミックセメントを用いて接合し、乾燥硬化することによってフィルターを得ることができる。この様にして製造されたフィルターに触媒を付与する方法は、当業者が通常行う方法でよく、例えば触媒スラリーをウォッシュコートして乾燥、焼成することにより触媒を担持させることができる。

【0044】

【実施例】 次に、実施例に基づいて、本発明を更に具体的に説明する。

(実施例1)

第1の発明の説明において用いたフィルターAと同一の特性を有し、セル密度が46.5個/cm<sup>2</sup>、隔壁厚さが305 μmであるフィルターを作成し、図3

に示すような構成でディーゼルエンジンにフィルターを取り付け、ガス量 $2.27 \text{ Nm}^3/\text{min.}$ 、流入ガス温度 $200^\circ\text{C}$ の条件でPMの堆積量と圧力損失との関係を実測し、この実測値と式(8)を用いて算出した計算値とを比較した。結果を図8に示すが、両者は非常に良く一致した。

## 【0045】

(実施例2～6及び比較例1、2)

フィルターAと同一のフィルター特性を有し、表1に示すセル密度及び隔壁厚さを有するフィルターを作成した。このフィルターを、図3に示すような基本構成で $2.0$ リットルディーゼルエンジン及び助剤添加装置を備えたシステムに取り付け、排ガス浄化システムを構成した。助剤添加装置を用いて燃料にCe燃料添加剤を $25 \text{ ppm}$ 添加して運転を行い、単位フィルター体積当たりのPM堆積量が $6 \text{ kg/m}^3$ となったところで排ガス温度を $600^\circ\text{C}$ まで上昇させることによりPMを燃焼させフィルターの再生評価を行い、セグメント内の最大温度勾配を測定した。この結果を表1及び図9に示す。

## 【0046】

【表1】

隔壁厚さ、 $\mu$ ( )内はmil表示	セル密度、個/cm <sup>2</sup> ( )内は個/in <sup>2</sup> 表示	セグメント内の最大温度勾配、°C/cm	圧力損失、kPa
305 (12)	46.5 (300)	170	70.7
381 (15)	46.5 (300)	130	79.9
381 (15)	38.8 (250)	125	78.8
381 (15)	31.0 (200)	144	80.4
368 (14.5)	38.8 (250)	131	77.4
457 (18)	46.5 (300)	78	91.7
254 (10)	46.5 (300)	210 (DPFにクラック発生)	65.6

再生試験:

DPF形状:  $\phi 5.66'' \times 6'' \text{L}$ 

スタート堆積量: 6g/L

圧力損失計算/実測条件:

DPF形状:  $\phi 5.66'' \times 10'' \text{L}$ 

PM堆積量: 5g/L

ガス量: 10Nm<sup>3</sup>/min.

ガス温度: 665°C

【0047】 この結果より、隔壁厚さが厚いほど熱容量が増加するため、再生時のフィルター内の最高温度が低下し、ひいてはフィルター内の温度勾配が小さくなっていることがわかる。また、セル密度が高いほど、熱容量が増加し、やは

りセグメント内の温度勾配が小さくなることがわかる。また、クラックを生じさせないフィルター再生時の温度勾配は、 $180^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ であった。

【0048】 このフィルター形状及び特性に基づき、式(8)を用いて圧力損失を算出した値を表1に示した。実施例2～6のサンプルは、最大温度勾配及び圧力損失が良好な範囲に入ったが、比較例1のサンプルは圧力損失が大きすぎ、比較例2のサンプルは最大温度勾配が大きすぎ、フィルターにクラックが入った。

【0049】

【発明の効果】 以上述べてきたように第1の発明である排ガス浄化システムは、PM堆積時の圧力損失が小さく、かつPM燃焼によるフィルター再生時のフィルター内の最大温度勾配が小さいためクラックが入りにくく、良好なシステムとなった。また、第2の発明である圧力損失の算出方法により得られた値は、実測値と良好な一致がみられ、圧力損失を精度良く測定することができた。また、第3の発明により第1の発明の範囲に入るようなフィルターを容易に作ることができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るフィルターの隔壁厚さ及びセル密度の範囲を示すグラフである。

【図2】 本発明に係るフィルターの一形態を模式的に示す図であり、(a)は斜視図、(b)はその一部拡大図である。

【図3】 本発明の排ガス浄化システムの構成を模式的に示した図である。

【図4】 本発明に係るフィルターの目封止圧損の測定方法を模式的に示した図である。

【図5】 本発明に係る壁通過圧損の測定方法を模式的に示した図である。

【図6】 本発明に係るフィルターの別の形態を示す模式的な平面図である。

【図7】 本発明の圧力損失の算出方法により得られた結果を示すグラフである。

【図8】 本発明の圧力損失の算出方法により得られた結果と実測値とを比較したグラフである。

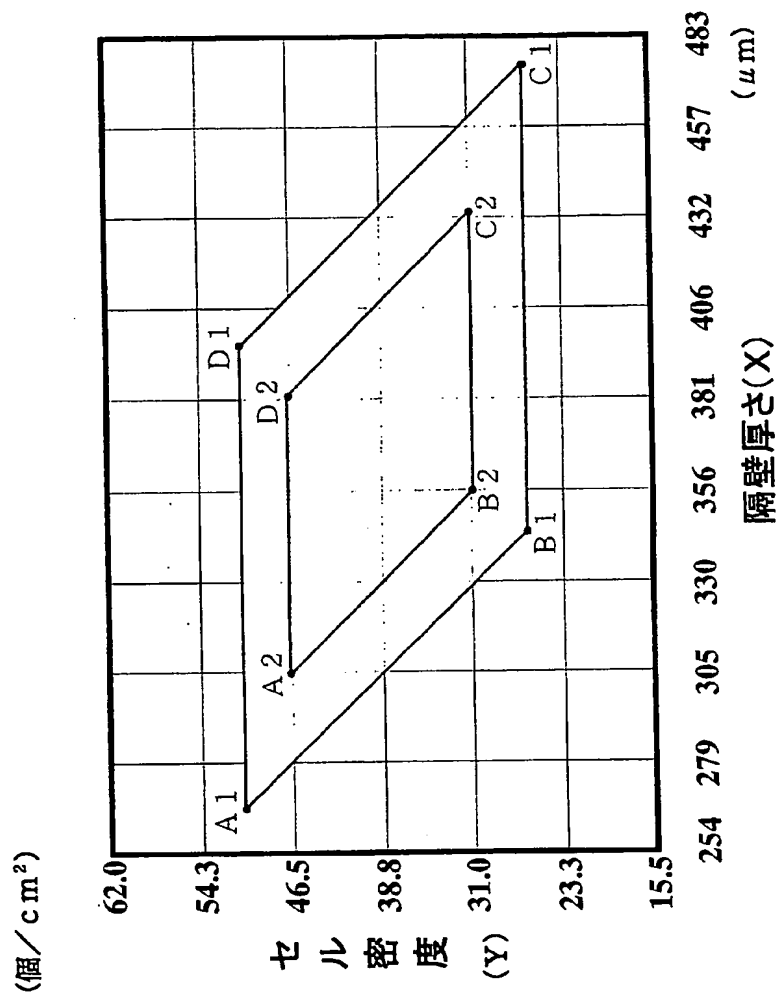
【図 9】 実施例において、フィルターの温度勾配を測定した結果を示すグラフである。

【符号の説明】

1 …フィルター、2 …隔壁、3 a、3 b …流通孔、4 2、4 4 …端面、5 0 …内燃機関、5 2 …排気管、5 4 …酸化触媒。

【書類名】 図面

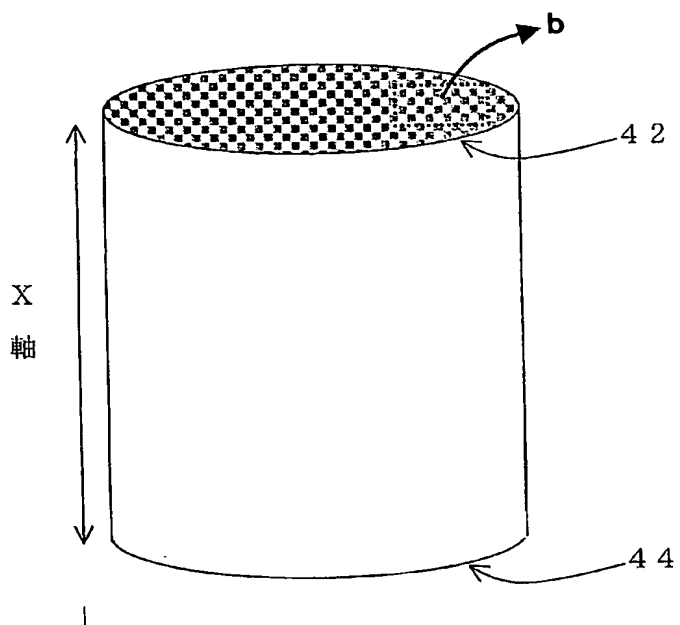
【図1】



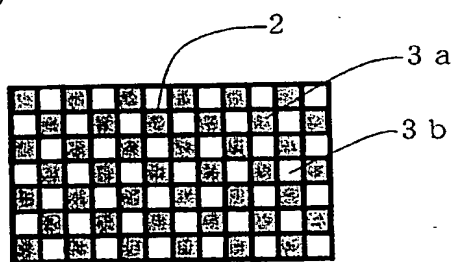


【図 2】

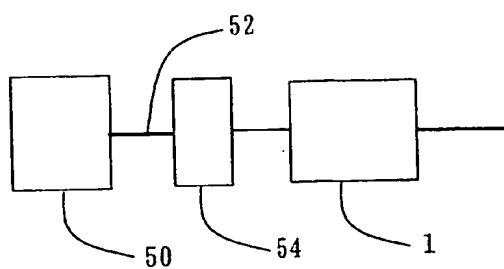
(a)



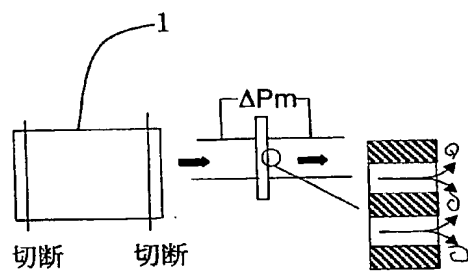
(b)



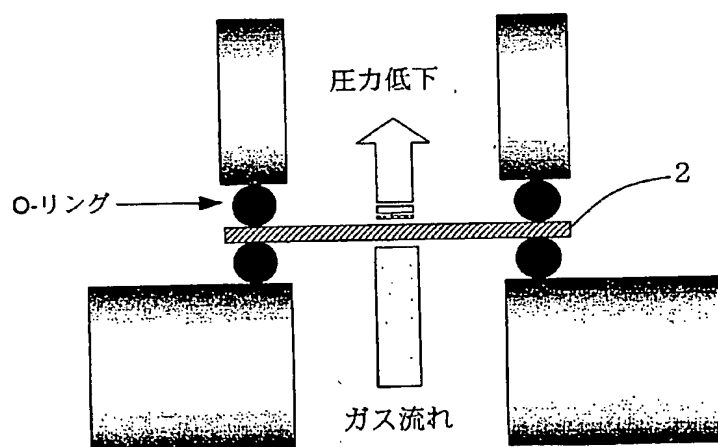
【図 3】



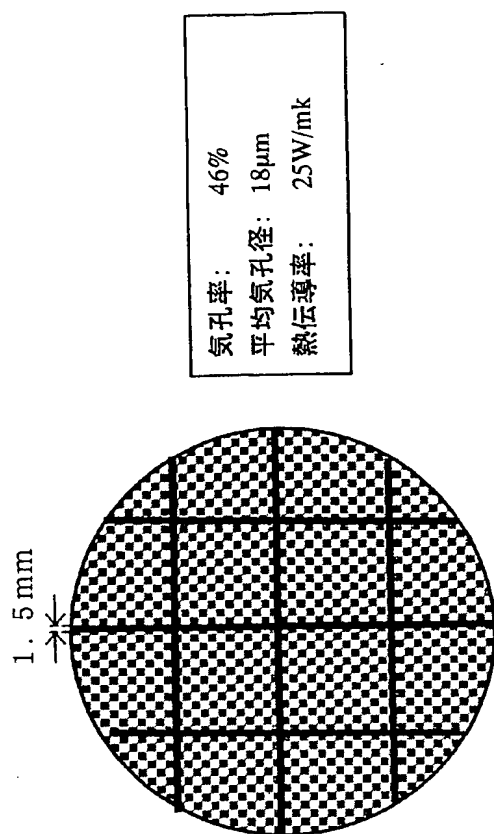
【図 4】



【図 5】

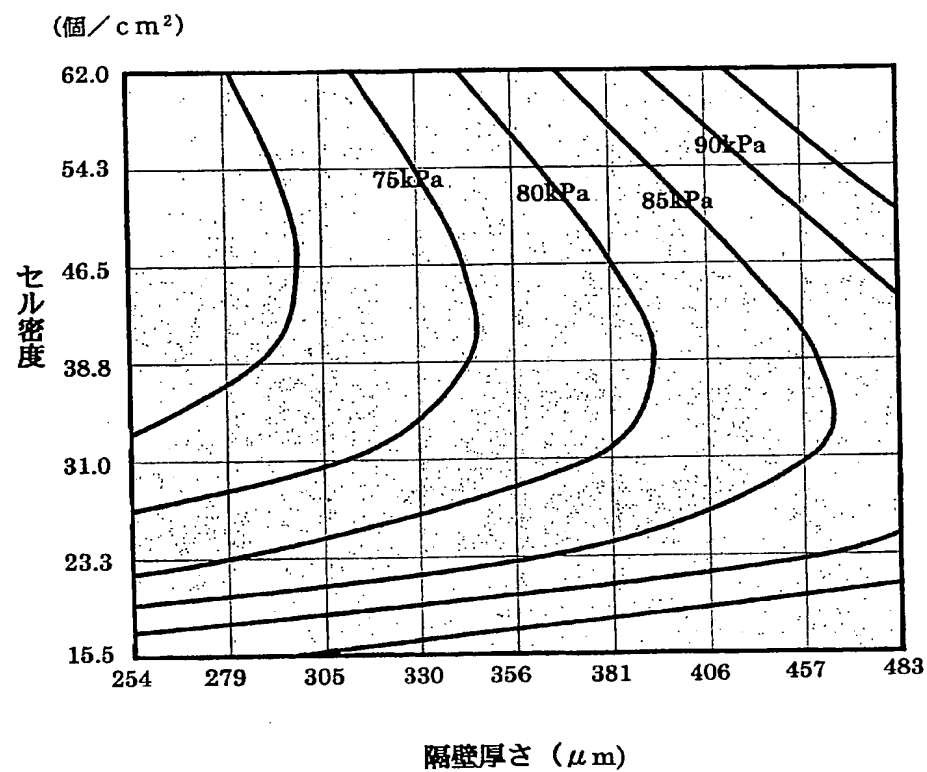


【図6】

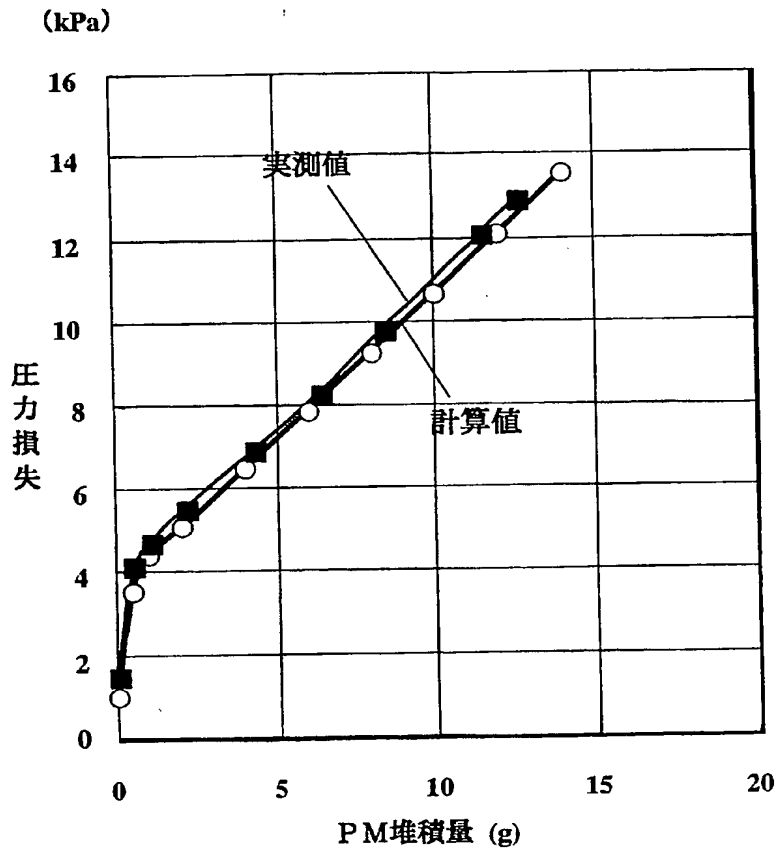


気孔率: 46%  
平均気孔径: 18 $\mu$ m  
熱伝導率: 25W/mk

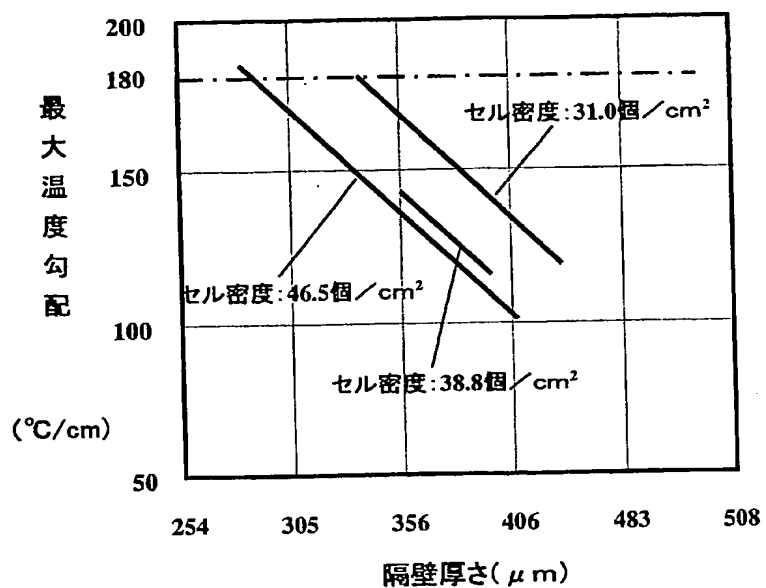
【図 7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 排ガス浄化システムにおいて、フィルターによる圧力損失の上昇を抑制しつつ、再生時にフィルター内に発生する温度勾配を抑制することにより、信頼性に優れた排ガス浄化システム及びフィルターの製造方法を提供する。フィルターによる圧力損失を精度良く測定する方法を提供する。

【解決手段】 内燃機関と、内燃機関から排出される排ガス中の粒子状物質を捕捉するフィルターと、前記排ガスを前記フィルターに導入する排気管とを含む排ガス浄化システムである。前記システムが、前記フィルターに捕捉された粒子状物質を間欠的に燃焼させる燃焼手段を備え、かつ前記フィルターが、少なくとも2つの端面と、一の端面から他の端面まで延びる多孔質の隔壁と前記隔壁により仕切られ一の端面から他の端面まで貫通する多数の流通孔とを有し、一の端面において所定の流通孔が封止されており、他の端面において残余の所定の流通孔が封止されているフィルターである。前記隔壁厚さを $(X) \mu m$ 、前記流通孔の長手方向に対する垂直断面における単位面積当たりの流通孔数を $(Y) \text{個}/\text{cm}^2$ とすると、 $X$ 及び $Y$ が図1におけるA1点、B1点、C1点、D1点をこの順で結ぶ直線に囲まれた範囲内である排ガス浄化システムである。

【選択図】 図1

特2002-056051

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004064]

1. 変更年月日	1990年 8月24日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
氏 名	日本碍子株式会社



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**